Revue suisse de Zoologie, 101 (4) : 911-917; décembre 1994

Qualité biologique des rivières vaudoises indiquée par la diversité du zoobenthos: campagnes 1991 - 1993*

Claude LANG & Olivier REYMOND
Conservation de la faune, Marquisat 1, CH-1025 St-Sulpice, Suisse.

Biological quality of rivers in western Switzerland indicated by the diversity of zoobenthos: the 1991 - 1993 surveys. – Total number of taxa and number of taxa intolerant of pollutions (Plecoptera, Trichoptera with a case, and Heptageniidae), combined in the RIVAUD index, were used to measure the diversity of invertebrate communities in 47 rivers of western Switzerland (canton of Vaud). According to diversity, biological quality was good in 40% out of the 167 sites visited in 1991 - 1993. However, this proportion decreased from 66% above the altitude of 710 m to 9% below 450 m. This downward decrease was due to the increase of anthropogenic impacts. Diversity was higher in 1991 - 1993 than in 1988 - 1990. But this improvement was attributed to a more favorable meteorology rather than to a decrease of pollutions.

Key-words: Invertebrates - Indicator species - River - Water quality - Zoobenthos.

INTRODUCTION

Dans les rivières vaudoises, la diversité des plécoptères a diminué entre 1949 et 1982 (Aubert 1984). Cette baisse, observée également au niveau des éphéméroptères (Sartori 1987) et des trichoptères (Siegenthaler-Moreillon 1991), peut être attribuée à l'augmentation des impacts d'origine humaine. Cette interprétation est d'ailleurs confirmée par le fait, qu'entre 1949 et 1982, la diversité des plécoptères a surtout diminué à basse altitude et dans les régions les plus peuplées; en altitude au contraire, la diversité n'a pas changé, tout au moins dans les rivières de montagne qui n'ont pas été altérées par l'homme (Aubert 1984).

Les impacts d'origine humaine qui affectent la diversité du zoobenthos dans les rivières sont multiples (Hellawell 1986): pollutions organiques, modifications des débits, des lits, des berges et de la végétation riveraine pour n'en citer que quelques uns. Suite à la généralisation de l'épuration des eaux entre 1980 et 1990 (Fiaux & Vioget 1993), les rejets organiques et fertilisants ont diminué dans les rivières vaudoises. De ce fait, la diversité du zoobenthos devrait graduellement augmenter, ceci pour autant que le caractère de plus en plus artificiel des bassins versants, surtout à basse altitude, ne vienne pas contrecarrer les effets positifs de l'épuration des eaux.

* Travail présenté à Zoologia 94.

La présente étude cherche à estimer, au moyen d'un indice simple (LANG & *al.* 1989), la diversité du zoobenthos dans 167 stations réparties dans 47 rivières vaudoises visitées entre 1990 et 1993 (LANG & REYMOND 1992, 1993a, 1994). Ce réseau de surveillance permet d'analyser les variations de la diversité en fonction de l'altitude et de la région. Il permet également de suivre l'évolution de la diversité par rapport à 1988 - 1990.

STATIONS ET METHODES

Les 47 rivières étudiées (Fig. 1) sont réparties en trois groupes d'après la région où chacune d'elles prend sa source: le Jura, le Jorat, les Préalpes. Cependant, la Broye, l'Arbogne et la Mionne sont rattachées aux rivières du Jorat auxquelles elles ressemblent le plus, plutôt qu'à celles des Préalpes.

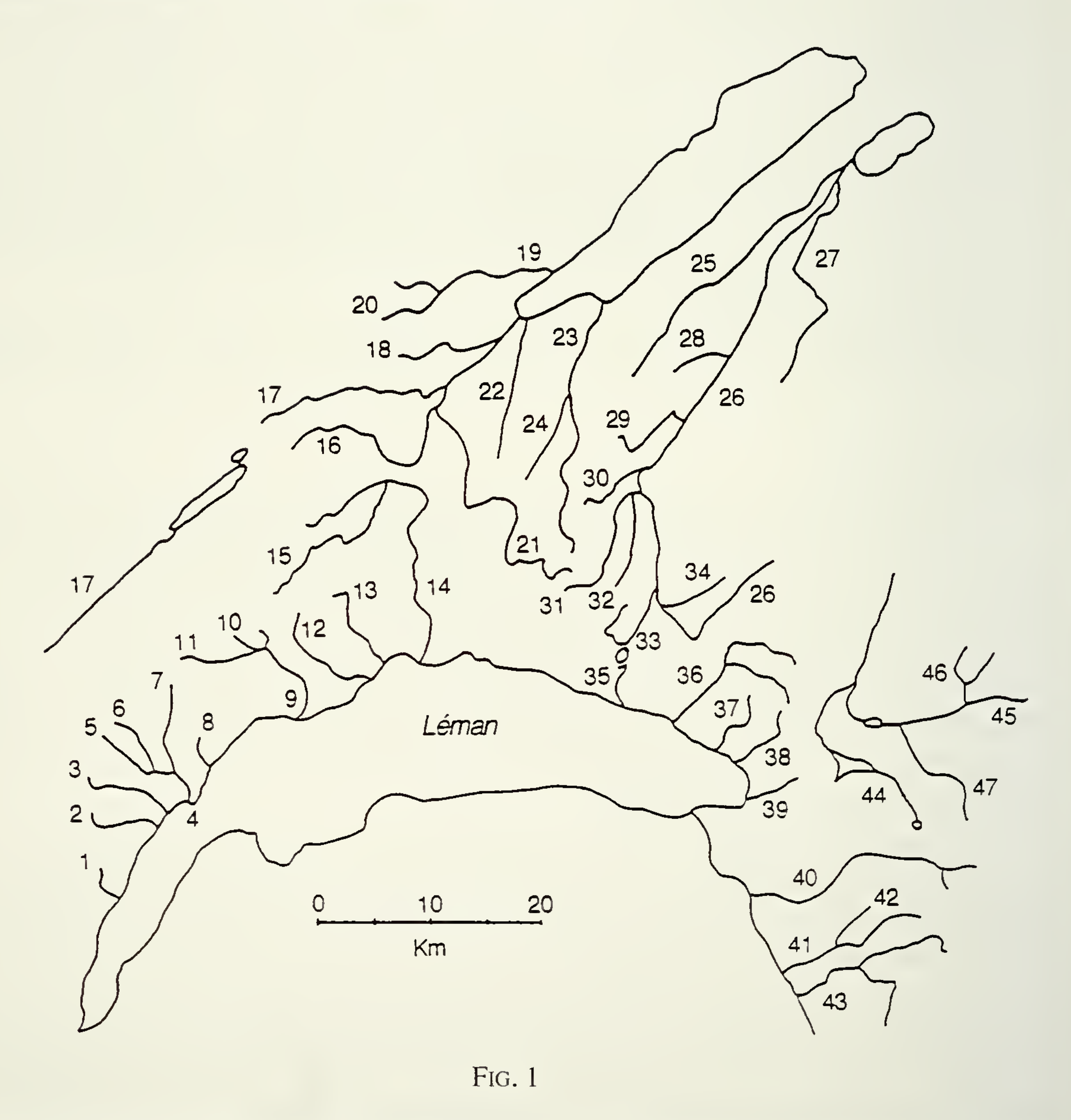


FIG. 1

Localisation des rivières vaudoises étudiées en 1991 - 1993. Régions: Jura (rivières 1 - 20), Jorat (21 - 35), Alpes (36 - 47). Les noms des rivières correspondant aux numéros d'identification sont indiqués dans le tableau 4.

Les rivières issues du Jura (75 stations) ont été visitées en 1990 et 1993 (LANG & REYMOND 1994) celles du Jorat (47 stations) en 1988 et 1991 (LANG & REYMOND 1992), celles des Préalpes et des Alpes (45 stations) en 1989 et 1992 (LANG & REYMOND 1993a). L'emplacement exact des stations visitées et les résultats obtenus dans chacune d'elles sont présentés en détails dans les publications mentionnées ci-dessus. Pour cette raison, nous limitons notre analyse à trois comparaisons globales entre: trois régions, quatre zones d'altitude, deux campagnes de prélèvements (1988 - 1990 et 1991 - 1993). Les quatre zones d'altitude sont délimitées par les valeurs quartiles (25%, 50%, 75%) de l'altitude des stations de prélèvements ainsi que par l'altitude minimum et maximale. De plus, les rivières sont comparées les unes aux autres du point de vue de leur qualité biologique. Celle-ci est estimée à partir de la diversité moyenne du zoobenthos observée dans chacune d'elles.

Dans le Jura et le Jorat, chaque station est visitée à deux reprises chaque année: une première fois en février-mars, une deuxième fois en avril-mai. Dans les Préalpes et les Alpes, une troisième visite est effectuée en septembre. Au cours de chaque visite, six coups de filet sont donnés dans six différentes zones de cailloux de la station, correspondant chacune à une surface prélevée d'environ 0, 1 m^2. Le filet est posé sur le fond et le courant y entraîne les invertébrés délogés en piétinant le substrat. Tous les invertébrés récoltés dans ces six coups de filet constituent un prélèvement.

En laboratoire, les invertébrés sont identifiés jusqu'au niveau de la famille ou du genre (liste des taxons identifiés dans LANG & REYMOND 1992, 1993a, 1994). La liste combinée des taxons présents dans chaque station est dressée à partir des deux ou trois prélèvements effectués la même année dans chacune d'elles. Cependant, le même taxon observé dans deux ou trois prélèvements ne sera compté qu'une seule fois. Tous les résultats présentés dans cet article sont basés sur la liste combinée des taxons présents dans chaque station.

Dans cette étude, la diversité des communautés d'invertébrés est estimée à partir du nombre total de taxons et du nombre de taxons sensibles aux pollutions. Ces deux variables sont combinées (Tab. 1) dans un indice adapté aux rivières vaudoises, d'où son nom d'indice RIVAUD (LANG & *al.* 1989). Des valeurs croissantes de RIVAUD correspondent à une augmentation de la diversité du zoobenthos, donc de la qualité biologique de la rivière (HELLAWELL 1986).

TABLEAU 1

Valeurs de l'indice RIVAUD calculées à partir de la somme des notes attribuées au nombre total de taxons (NTT) et au nombre de taxons (NTS) sensibles aux pollutions (plécoptères, trichoptères à fourreau, heptageniidés). Qualité biologique excellente (RIVAUD 11 - 20), bonne (8 - 10), moyenne 6 - 7), médiocre (4 - 5), mauvaise (0 - 3).

Variables	Classes de valeurs									
NTT	0-7	8-12	13-16	17-22	23-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-43	44 et plus
NTS	0	1-2	3-4	5-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21 et plus
Note	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RIVAUD	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

Exemple: NTT 18 (note 3), NTS 9 (note 4), RIVAUD (3 + 4 = 7)

RESULTATS ET DISCUSSION

DIVERSITÉ ET ALTITUDE

Dans les rivières vaudoises, la diversité du zoobenthos est positivement corrélée à l'altitude des stations de prélèvements (LANG & REYMOND 1993b). L'influence de l'altitude est également visible dans la présente étude (Tab. 2). En effet, les valeurs

TABLEAU 2

Comparaisons basées sur l'altitude, la région et la date des campagnes. Valeurs moyennes du nombre total de taxons d'invertébrés (NTT), du nombre de taxons sensibles aux pollutions (NTS), du pourcentage NTS/NTT (PNTS), de l'indice RIVAUD. Des lettres semblables indiquent au sein d'un même ensemble des moyennes qui ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. N: nombre de stations. Ensembles 1 et 2 basés sur les résultats pris entre 1991 et 1993.

Ensembles comparés		N	Valeurs moyennes NTT	NTS	PNTS	RIVAUD
1 Altitude en m	375-450	43	17,9 A	3,5 A	18,0 A	4,5 A
	451-540	43	23,4 B	6,8 B	27,7 B	6,9 B
	541-710	40	24,3 B	7,7 B	30,3 B	7,5 B
	711-1530	41	25,6 B	10,1 C	40,2 C	8,6 C
2 Régions	Jura	75	21,7 A	6,0 A	25,5 A	6,3 A
	Jorat	47	23,3 A	5,9 A	22,8 A	6,5 A
	Alpes	45	23,9 A	9,7 B	40,9 B	8,1 B
3 Campagnes	1988-1990	155	20,0 A	5,9 A	27,9 A	5,8 A
	1991-1993	167	22,7 B	7,0 B	28,9 A	6,9 B

moyennes du nombre de taxons sensibles aux pollutions, du pourcentage de taxons sensibles par rapport au nombre total de taxons et de l'indice RIVAUD augmentent avec l'altitude de la zone considérée. La valeur moyenne du nombre total de taxons ne change au contraire pas au-dessus de 450 m d'altitude; en dessous, la moyenne observée est plus basse que dans les trois autres zones. Si les rivières des Préalpes et des Alpes sont comparées à celles des deux autres régions, les tendances observées sont les mêmes que celles associées à une augmentation de l'altitude (Tab. 2). En effet, 78% des stations situées à plus de 710 m d'altitude sont localisées dans les Alpes et les Préalpes.

La diversité du zoobenthos diminue à basse altitude parce que la densité de la population humaine et les impacts qui lui sont associés augmentent dans cette zone (LANG & REYMOND 1993b). En dessous de 451 m d'altitude, des valeurs élevées de RIVAUD sont encore présentes, mais seulement dans un nombre restreint de stations (Tab. 3). Les valeurs de RIVAUD observées au-dessus de 710 m d'altitude correspondent au contraire à celles de rivières peu perturbées par l'homme. De ce fait, elles peuvent servir de références pour juger d'une éventuelle amélioration de la situation à basse altitude.

TABLEAU 3

Qualité biologique indiquée par les pourcentages cumulés des stations rangées en fonction des valeurs décroissantes de l'indice RIVAUD. Comparaisons entre zones d'altitude, entre régions Jura (JU), Jorat (JO) et Alpes (AL), entre campagnes 1988 - 1990 (1) et 1991 - 1993 (2). Valeurs médianes soulignées, N: nbre de stations, P: probabilité associée avec le test de la médiane.

Qualité		Altitude inférieure (m)				Régions			Campagne	
biologique	RIVAUD	375	451	541	711	JU	JO	AL	1	2
Excellente	14				2			2	1	1
	13				2			2	1	1
	12		5	2	12	3	6	7	1	5
	11		5	15	22	7	11	15	3	10
Bonne	10	5	14	30	37	19	15	31	9	21
	9	5	26	37	*54*	25	23	44	16	30
	8	9	40	45	66	32	34	*58*	25	40
Moyenne	7	23	*58*	*65*	83	48	*53*	75	41	*57*
	6	30	70	85	90	*59*	64	89	*53*	68
Médiocre	5	42	88	87	98	72	72	95	68	79
	4	*68*	95	92	100	83	89	98	79	89
Mauvaise	3	79	95	95		89	91	98	86	92
	2	93	98	97		99	93	98	95	97
	1	98	100	100		99	100	100	100	99
	0	100				100				100
	N	43	43	40	41	75	47	45	155	167
		P=0,000				P=0,000			P=0,007	

DIVERSITÉ PAR RIVIERE

La diversité moyenne du zoobenthos par rivière (Tab. 4) montre que la qualité biologique n'est bonne (RIVAUD supérieur à 7,9) que dans 18 rivières sur 47. Les rivières de ce type sont proportionnellement plus fréquentes dans les Préalpes et les Alpes que dans les deux autres régions.

Dans les rivières des Préalpes et des Alpes, la valeur moyenne de RIVAUD est toujours inférieure à celle du nombre de taxons sensibles aux pollutions. Cette différence révèle que certains taxons, mal adaptés au caractère torrentiel de ces rivières, sont éliminés. L'augmentation du nombre de taxons sensibles aux pollutions n'est pas suffisante, dans certaines rivières de montagne, pour compenser la baisse de la diversité totale provoquée par ces éliminations, d'où parfois des valeurs relativement basses de RIVAUD.

Dans les rivières des autres régions, la valeur moyenne de RIVAUD peut, dans certains cas, être nettement supérieure à celle du nombre de taxons sensibles aux pollutions. Cette tendance caractérise en général une rivière polluée où seuls quelques taxons sensibles peuvent se maintenir.

TABLEAU 4

Valeurs moyennes de l'indice RIVAUD (RIV) et du nombre de taxons sensibles aux pollutions (NTS) observées dans chacune des 47 rivières vaudoises visitées entre 1991 et 1993 (Fig. 1). N: nombre de stations par rivière. L'astérisque signale une rivière où la valeur de RIVAUD dépasse 7,9.

Rivière	N	RIV	NTS	Rivière	N	RIV	NTS
1 Doye	1	3,0	1,0	25 Petite Glâne	4	2,7	0,7
2 Boiron de Morges	4	2,2	1,0	26 Broye	7	6,7	5,9
3 Asse	4	4,7	4,2	27 Arbogne	3	4,7	3,0
4 Promenthouse	3	6,7	7,3	28 Lembe	1	5,0	4,0
5 Colline	2	7,0	7,0	29 Cerjaule*	1	9,0	10,0
6 Cordex*	1	8,0	10,0	30 Mérine*	1	12,0	13,0
7 Serine	2	4,5	4,5	31 Bressonne	3	7,7	6,7
8 Dullive	2	2,0	1,0	32 Carrouge	2	6,0	4,5
9 Aubonne*	5	9,6	10,2	33 Grenet*	4	8,5	8,7
10 Toleure*	2	8,5	10,0	34 Mionne*	1	9,0	10,0
11 Saubrette	1	6,0	6,0	35 Forestay	1	6,0	4,0
12 Boiron de Morges	5	3,6	2,2	36 Veveyse	2	6,0	8,0
13 Morges	5	4,2	3,0	37 Baye de Clarens*	4	11,0	12,0
14 Venoge	14	6,4	5,6	38 Baye de Montreux*	3	9,0	11,0
15 Veyron*	4	10,5	10,7	39 Tinière	3	5,0	6,0
16 Nozon*	6	8,8	10,3	40 Grande Eau	10	7,8	9,9
17 Orbe	5	6,6	5,6	41 Gryonne*	5	8,0	9,2
18 Mujon	1	5,0	3,0	42 Petite Gryonne	1	7,0	8,0
19 Arnon	7	7,1	7,7	43 Avançon	7	6,3	8,1
20 Baumine	1	6,0	3,0	44 Hongrin*	2	11,5	12,0
21 Talent	7	3,7	3.0	45 Sarine*	4	8,5	9,7
22 Buron	2	7,0	7,0	46 Flendruz*	1	9,0	12,0
23 Mentue*	8	8,2	8,5	47 Torneresse*	3	11,0	13,0
24 Sauteru*	2	9,5	8.0				

EVOLUTION DE LA DIVERSITÉ

Entre 1991 et 1993, la qualité biologique des rivières vaudoises, évaluée à partir de la diversité du zoobenthos, n'est bonne que dans 40% des 167 stations visitées (Tab. 3). Certes, par rapport à 1988 - 1990 la situation s'est améliorée. Cependant, l'amélioration constatée résulte davantage d'une météorologie plus favorable au développement des invertébrés (plus d'eau dans les rivières) que d'une diminution des pollutions (LANG & REYMOND 1992, 1993a, 1994).

A basse altitude, les pollutions et les autres impacts liés aux activités humaines sont tels que la diversité du zoobenthos reste très faible en 1991 - 1993 (Tab. 3). Le caractère de plus en plus artificiel des bassins versants, surtout à basse altitude, a donc contrecarré les effets bénéfiques d'une épuration des eaux généralisée.

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT, J. 1984. L'atlas des Plécoptères de Suisse - Influence de la pollution. *Annls Limnol.* 20: 17-20.

FIAUX, J.-J. & P. VIOGET. 1993. Contrôle des stations d'épuration, campagne 1992. *Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut. 1992*: 255-266.

HELLAWELL, J.M. 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management, *Elsevier Applied Science Publisher, London and New York*, 546 p.

LANG, C., G. L'EPLATTENIER & O. REYMOND. 1989. Water quality in rivers of western Switzerland: application of an adaptable index based on benthic invertebrates. *Aquatic Sciences* 51: 224-234.

LANG, C. & O. REYMOND. 1992. Qualité de l'eau en 1991 indiquée par les communautés d'invertébrés de dix-sept rivières vaudoises. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 82: 57-65.

LANG, C. & O. REYMOND. 1993a. Qualité de l'eau indiquée par les invertébrés benthiques dans les rivières des montagnes vaudoises. *Bull Soc. Vaud. Sc. Nat.* 82:193-200.

LANG, C. & O. REYMOND. 1993b. Empirical relationships between diversity of invertebrate communities and altitude in rivers: application to biomonitoring. *Aquatic Sciences* 55: 188-196.

LANG, C. & O. REYMOND. 1994. Diversité du zoobenthos et qualité d'eau dans vingt rivières vaudoises: tendance 1990 - 1993. *Bull Soc. Vaud. Sc. Nat.*: 83 : 5-15.

SARTORI, M. 1987. Contribution à l'étude taxonomique et éco-faunistique des éphéméroptères de Suisse (Insecta; Ephemeroptera). *Thèse Uni. Lausanne*, 562 pp.

SIEGENTHALER-MOREILLON, C. 1991. Les Trichoptères de Suisse occidentale (Insecta, Trichoptera). Thèse Uni. Lausanne, 243 pp.